

УДК 532.24

Э. Г. БРАТУТА, канд. техн. наук, *А. Р. ПЕРЕСЕЛКОВ*, канд. техн. наук,
Б. И. БЯЛЫЙ, канд. техн. наук, *И. Ф. ЮХНО*, канд. техн. наук,
И. В. СОИН

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ТЕПЛООБМЕНА В КОНТАКТНОМ АППАРАТЕ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ВТОРИЧНОГО ДРОБЛЕНИЯ КАПЕЛЬ

Одним из путей повышения эффективности работы контактных теплообменных аппаратов, в которых рабочей средой служит распыленная жидкость (скрубберы, градирни, брызгальные бассейны, камеры орошения кондиционеров), используемых, в частности, для охлаждения циклового воздуха ГТУ [1, 2], является увеличение межфазной поверхности тепло- и массообмена. Реализация этого пути обычно осуществляется либо за счет увеличения расхода жидкости, либо путем применения форсунок тонкого распыла, имеющих малые проходные сечения. Указанные способы приводят к увеличению энерго-

затрат на диспергирование и к снижению эксплуатационной надежности распылителей, а следовательно, и всего контактного аппарата.

Как показал анализ [3], основная часть насосной мощности, предназначенной для создания перепада давления на форсунках, преобразуется в кинетическую энергию движения капель

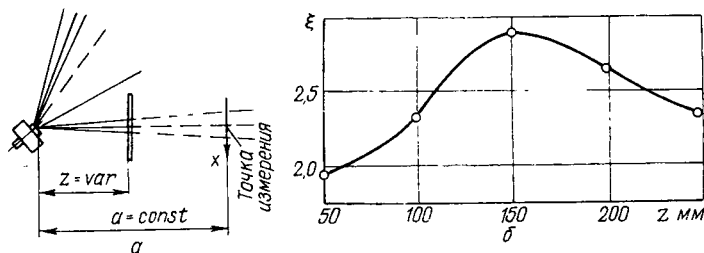


Рис. 1. Схема измерения (а) и значения ξ (б) при разных z .

и только несколько процентов затрачиваемой энергии расходуется на непосредственное образование межфазной поверхности диспергированной жидкости.

В связи с этим в настоящей работе исследовали возможность использования кинетической энергии капель для их вторичного дробления при наличии источника возмущения капельного потока, в качестве которого применяли металлическую сетку.

Эффект вторичного дробления оценивали путем сравнения дисперсного состава капель в одном и том же мерном сечении факела (рис. 1) в невозмущенном потоке и после его взаимодействия с сеткой. Дисперсный состав капель измеряли с помощью счетно-импульсного метода [4], дальнейшая разработка которого выполнена в лаборатории промышленной теплоэнергетики Харьковского политехнического института им. В. И. Ленина [5].

В качестве распылителя использовали центробежную форсунку, диаметр сопла которой 14 мм, камеры закручивания — 36 мм, двух подводящих каналов (размеры поперечного сечения 10×10 мм). Перепад давления на форсунке $\Delta P = 0,1 \div 0,2$ МПа.

На рис. 1 показаны результаты первой серии измерений, позволивших установить наличие оптимального расстояния от устья распылителя до сетки, при которой достигается максимальный эффект вторичного дробления:

$$\xi = D_m / D_{m1} \quad (1)$$

где ξ — коэффициент дробления; D_m и D_{m1} — модальные диаметры функции плотности распределения объема капель по диаметру в невозмущенном потоке и после взаимодействия с сеткой (ячейка 1×1 мм).

Увеличение ξ с ростом z до 150 мм обусловлено окончанием процесса распада пленки на капли. Последующее уменьшение эффекта при $z > 150$ мм можно объяснить снижением скорости капель за счет аэродинамического торможения.

Характерной особенностью счетно-импульсного метода является локальный характер измерения дисперсного состава ка-

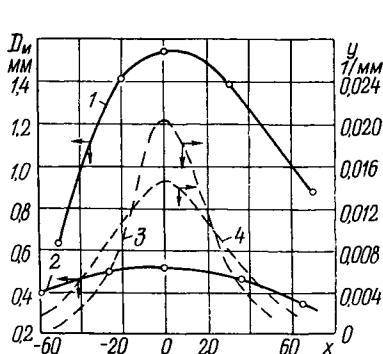
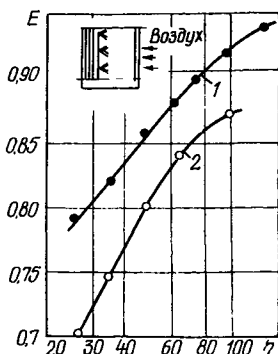


Рис. 2. Значения модального диаметра D_m и плотности распределения массы распыленной жидкости y в разных точках по толщине факела.

Рис. 3. Схема испытуемой камеры орошения и зависимость $E(\eta)$: 1 — с сетками; 2 — без сеток.



пель, что позволило установить изменение дисперсной структуры капельной среды.

Так, на рис. 2 представлены значения модальных диаметров капель D_m (кривая 1) и D_{m1} (кривая 2) в разных точках по толщине факела при оптимальном расположении сетки. При этом значение $x=0$ соответствует траектории так называемого упорядоченного движения капель, где имеет место максимальный локальный расход жидкости.

Из рис. 2 видно, что наиболее эффективно происходит дробление крупных капель, идущих в центре потока. На границах факела, где в невозмущенном потоке движется мелкодисперсная жидкость, эффект вторичного дробления меньше. После сетки дисперсная структура потока по толщине факела становится намного однороднее.

На рис. 2 также показаны кривые плотности распределения массы распыленной жидкости y вдоль оси x в невозмущенном факеле (кривая 3) и после сетки (кривая 4), полученные экспериментально [6]. Как видно, после сетки наблюдается более равномерное распределение жидкости по толщине факела, а также некоторое увеличение зоны, занимаемой капельным потоком.

Расчет, выполненный на основании локальных значений дисперсного состава капель и данных по распределению массы

жидкости в сечении факела, показал, что благодаря применению сеток без повышения энергозатрат удастся более чем в 2,5 раза увеличить поверхность капель, продуцируемых распылителем.

Было установлено, что для исследуемого распылителя наиболее эффективно применение сеток с размерами ячейки от 0,8 до 1,5 мм.

Очевидно, окончательный вывод о целесообразности практического использования вторичного дробления капель на сетках может быть сделан лишь по результатам испытания конкретного контактного аппарата, когда проявится целый ряд взаимокомпенсирующих процессов. В качестве объекта такого рода испытаний использована натурная камера орошения центрального кондиционера, представляющая собой контактный теплообменник аппарата распылительного типа, работающая в режиме охлаждения и осушки воздуха. Поперечное сечение камеры 3 м², скорость движения воздуха 3 м/с. Для распыливания жидкости использовали описанные ранее форсунки в комплексе с сеточными насадками, имеющими оптимальные геометрические параметры (ячейка 1×1 мм, расстояние $z = 150$ мм).

Интегральный результат тепловлажностной обработки воздуха оценивали соотношением между действительным понижением температуры обрабатываемого воздуха и максимально возможным его охлаждением в идеальном процессе [7], т. е.

$$E = 1 - \frac{t_{м2} - t_{вк}}{t_{м1} - t_{вн}}, \quad (2)$$

где E — коэффициент эффективности; $t_{м1}$, $t_{м2}$ — начальная и конечная температуры воздуха по мокрому термометру; $t_{вн}$, $t_{вк}$ — начальная и конечная температуры распыливаемой воды.

В качестве аргумента использован параметр η (Вт ч/10³ м³ воздуха), представляющий собой величину энергозатрат на диспергирование жидкости, приходящихся на 10³ м³ обрабатываемого воздуха

$$\eta = (Q\Delta P)/L, \quad (3)$$

где Q — расход распыливаемой воды, м³/с; L — расход воздуха, 10³ м³/ч; ΔP — перепад давления на форсунке, Па.

Как следует из рис. 3, использование вторичного дробления позволяет получить те же значения E при снижении в 1,5 раза энергозатрат на диспергирование жидкости.

Учитывая широкое использование в современной теплотехнике аппаратов и устройств контактного типа и связанные с этим значительные затраты энергии на диспергирование жидкости, очевиден тот существенный экономический эффект, который может быть достигнут столь простыми средствами. Не-

маловажным положительным результатом является и то, что применение сеток позволит увеличить размеры проходных отверстий распылителей, а вместе с тем и сократить эксплуатационные расходы на их обслуживание путем увеличения компании между очередными чистками форсунок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сорокин Г. Н., Голод Л. А. Наддув и испарительное охлаждение циклового воздуха ГТУ. — «Теплоэнергетика», 1971, № 1, с. 70.
2. Бухаркин Е. Н. О применении контактных теплообменников в схемах газотурбинных установок для выработки пресной воды. — «Теплоэнергетика», 1974, № 10, с. 32.
3. Кулагин Л. В., Охотников С. С. Сжигание тяжелых жидких топлив. М., «Недра», 1967. 280 с.
4. Виск М., Даклер А. Новый метод измерения распределения размеров капель электропроводной жидкости в двухфазном потоке. В кн.: Достижения в области теплообмена. М., «Мир», 1970, с. 171—187.
5. Переселков А. Р. Исследование структуры дисперсного потока в теплообменном аппарате контактного типа с помощью счетно-импульсного метода. Автореф. дис. на соиск. учен. степени канд. техн. наук. Харьков, 1975. 24 с.
6. Братута Э. Г., Переселков А. Р. Определение локальных расходов дисперсной среды в газожидкостном потоке с помощью счетно-импульсного метода. — «Теплоэнергетика», 1975, № 5, с. 32—34.
7. Кокорин С. Я. Установки кондиционирования воздуха. М., «Машиностроение», 1971. 300 с.